

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-205356

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/40

H 0 4 L 11/00

3 2 0

12/28

3 1 0 D

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-4956

(22) 出願日

平成10年(1998) 1月13日

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 小川 敏夫

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

(72) 発明者 秋山 忠次

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

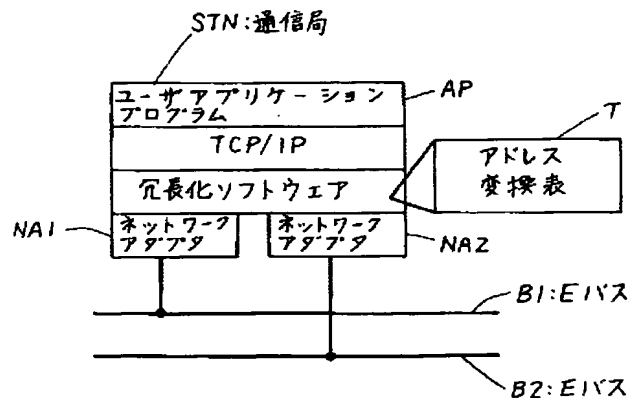
(74) 代理人 弁理士 東野 博文

## (54) 【発明の名称】 通信制御システム

## (57) 【要約】

【課題】 TCP/IPプロトコルで通信を行う通信局をEバス上に接続したときに冗長化構成をとってもユーザアプリケーションプログラムが冗長化を意識する必要がない通信制御システムを実現する。

【解決手段】 TCP/IPのプロトコルに従って通信を行う通信制御手段を搭載した通信局をネットワークアダプタを介してネットワークに接続する。通信制御手段は1つの相手の通信局について1つのMACアドレスだけを認識している。ネットワークアダプタには固有のMACアドレスが付いている。ネットワークアダプタは1つの通信局に冗長化して設けられている。冗長化制御手段は、通信制御手段とネットワークアダプタとの間でMACアドレス変換を行う。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 ネットワーク上にネットワークアダプタを介して通信局を接続し、この通信局には通信制御手段が設けられ、この通信制御手段はTCP/IPのプロトコルに従って通信を行い、前記ネットワークアダプタには固有のMACアドレスが付けられ、前記通信制御手段は1つの相手の通信局について1つのMACアドレスだけを認識している通信制御システムにおいて、

通信制御手段は1つの通信局に1個だけ搭載され、ネットワークアダプタは1つの通信局に冗長化して設けられているとともに、ネットワークアダプタと通信制御手段の間に介在し、通信制御手段から送信要求があったときは、送信要求の中にある送信先のMACアドレスを通信相手となるネットワークアダプタのMACアドレスに変換するとともに、受信をしたときは、受信フレームに付いてきた送信元のMACアドレスを自局の通信制御手段が認識しているMACアドレスに変換する冗長化制御手段を具備したことを特徴とする通信制御システム。

【請求項2】 前記冗長化制御手段はアドレス変換表を有し、ネットワークアダプタの通信相手となるネットワークアダプタがこのアドレス変換表で定義されていることを特徴とする請求項1記載の通信制御システム。

【請求項3】 前記アドレス変換表にはネットワークアダプタのMACアドレスと、このネットワークアダプタの通信相手となるネットワークアダプタのMACアドレスとが対にして書かれていることを特徴とする請求項1記載の通信制御システム。

【請求項4】 前記冗長化制御手段は、冗長化されたネットワークアダプタのいずれか1つを常用側として選択して通信を行うことを特徴とする請求項1記載の通信制御システム。

【請求項5】 前記冗長化制御手段は、常用側となるネットワークアダプタを切り替えて通信を行うことを特徴とする請求項4記載の通信制御システム。

【請求項6】 常用側のネットワークアダプタからネットワークを診断するための診断フレームを所定の周期で送信させる診断手段を具備したことを特徴とする請求項4記載の通信制御システム。

【請求項7】 前記診断手段は、所定の周期で診断フレームとしてICMPのエコーを送信し、この所定の周期よりも長い時間が経過しても応答が返ってこないときは異常が発生したと判断することを特徴とする請求項6記載の通信制御システム。

【請求項8】 前記診断手段はネットワーク上の全ての通信局に診断フレームを送信することを特徴とする請求項6記載の通信制御システム。

【請求項9】 前記診断手段は通信経路を確保するために必要な通信局だけに診断フレームを送信することを特徴とする請求項6記載の通信制御システム。

【請求項10】 送信局の冗長化制御手段は全てのネッ

トワークアダプタに対して送信を行い、受信局の冗長化制御手段は冗長化されたネットワークアダプタで受信した複数の通信フレームのうち自局の通信制御手段が認識しているMACアドレスが付いた通信フレームだけを選んで通信制御手段に渡すことを特徴とする請求項2または3記載の通信制御システム。

【請求項11】 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタで受信した通信フレームを自局の通信制御手段へ渡し、他のネットワークアダプタで受信した通信フレームは診断フレームとして用いることを特徴とする請求項10記載の通信制御システム。

【請求項12】 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタを切り替えることを特徴とする請求項10記載の通信制御システム。

【請求項13】 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタに受信がないのに他のネットワークアダプタに受信があったときは、受信があったネットワークアダプタを新たな常用側のネットワークアダプタとし、それまでに常用側であったネットワークアダプタは待機側とすることを特徴とする請求項11または12記載の通信制御システム。

【請求項14】 受信局の冗長化制御手段は、最初に通信フレームを受信したネットワークアダプタからの通信フレームを通信制御手段へ渡し、他のネットワークアダプタから受信した通信フレームは診断フレームとして用いることを特徴とする請求項10記載の通信制御システム。

【請求項15】 通信制御手段は仮想MACアドレスを定義し、冗長化制御手段は実際のMACアドレスと前記仮想MACアドレスの変換を行うことを特徴とする請求項1記載の通信制御システム。

【請求項16】 前記仮想MACアドレスとして、システムが立ち上がったときの相手通信局の実際のMACアドレスを用いることを特徴とする請求項15記載の通信制御システム。

【請求項17】 冗長化制御手段は受信の成功に従ってアドレス変換表を更新することを特徴とする請求項2から請求項16のいずれかに記載された通信制御システム。

【請求項18】 ネットワーク上に通信局を接続し、この通信局には通信制御手段が設けられ、この通信制御手段はTCP/IPのプロトコルに従って通信を行い1つの相手の通信局について1つのMACアドレスだけを認識している通信制御システムにおいて、前記通信制御手段は1つの通信局に1個だけ搭載され、1つの通信局に冗長化して設けられたポートと、このポートと通信制御手段の間に介在し、MACアドレスを持っていて、ポートに入出力される通信フレームを送受信するネットワークコントローラと、

常用側のポートを切り替えたときに、通信制御手段が認

議しているMACアドレスが付いたネットワークコントローラを新たな常用側のポートに接続するポート制御手段と、を具備したことを特徴とする通信制御システム。

【請求項19】 前記ポート制御手段は、常用側のポートに通常の通信を行わせるとともに、他のポートに対してはネットワークの診断だけを行うことを特徴とする請求項18記載の通信制御システム。

【請求項20】 ネットワークを診断するための診断フレームを所定の周期でポートから送信する診断手段を具備したことを特徴とする請求項18記載の通信制御システム。

【請求項21】 前記診断手段は、所定の周期で診断フレームとしてICMPのエコーを送信し、この所定の周期よりも長い時間が経過しても応答が返ってこないときは異常が発生したと判断することを特徴とする請求項18記載の通信制御システム。

【請求項22】 前記診断手段は、常用側のポートと他のポートとで診断フレームを送信する周期を異ならせたことを特徴とする請求項18記載の通信制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、TCP/IPのプロトコルに従って通信を行う通信局をEバスに接続した通信制御システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】TCP/IP(Transfer Control Protocol/Internet Protocol)は世界的に普及しているコンピュータ・ネットワーク用のプロトコルである。TCP/IPはTCPとIPの2つのプロトコルを合わせたもので、TCPはデータを正確に伝送するためのプロトコル、IPはネットワーク間でデータをパケット方式で転送するためのプロトコルである。

【0003】Ethernetはコンピュータ・ネットワークに多く用いられているLAN(Local Area Network)である。なお、「Ethernet」はゼロックス社の登録商標である。

【0004】図11はTCP/IPのプロトコルに従って通信を行う通信局をEthernetバス(Eバスと称することにする)上に搭載した場合の概念的構成図である。この図はソフトウェアとハードウェアの構成を概念的に示した図である。通信局STはEバスB上に接続されている。通信局STはネットワークアダプタNAを介してEバスBに接続されている。IPの上にTCPとUDPがある。これらのプロトコルに従って、通信局STは通信を行う。UDP(User Data Protocol)は、まとまった単位のデータを送信するのに使用される。送信側と受信側の通信はこのデータ送信1回だけで、通信失敗に対する回復機能はない。TCPは、送信側と受信側の間にコネクションを張り、通信失敗後の回復などが行える。どちらのプロトコルも、送受信相手はIPアドレスとプロ

トコルポート番号で認識する。TCPとUDPの上にユーザアプリケーションプログラムAPがある。

【0005】図12は通信フレームの構造をTCPの場合について示した図である。ネットワークアダプタNAは、その上のソフトウェアの負担を軽くするため、自局あてのフレームだけを受信する。そのため、図11に示したEthernetヘッダには6バイトのあて先アドレス(これをMACアドレスという)が付加されている。MACアドレスはネットワークアダプタに固有のものとして、世界中で重複がないように指定される。TCP/IPの伝送単位はIPパケットと呼ばれ、Ethernetフレームのデータ部に格納されている。TCP/IP通信はEthernet以外の媒体、例えばATM(Asynchronous Transfer)、WAN(Wide Area Network)等を通っても伝送されるように設計されている。そのため、IPパケットはあて先としてInternetアドレス(IPアドレスという)を持っている。このように、TCP/IPのプロトコルに従って通信を行う通信局をネットワークアダプタを介してEバスに接続すると、通信局はMACアドレスとIPアドレスを持つことになる。IPは1つの通信局について1つのMACアドレスしか認識しない。このことが通信システムを冗長化するときのネックになっていた。

【0006】分散型制御システムにはEバスを引いたものがある。分散型制御システムでは、信頼性を向上させるために冗長化構成をとったものがある。IPは1つの通信局について1つのMACアドレスしか認識しないことが、Eバスを引いた分散型制御システムで冗長化をするときの障害になっていた。

【0007】従来、TCP/IPプロトコルで通信を行う通信局をEバス上に接続した通信制御システムにおいて冗長化を行うときは図13の構成にしていた。図13の(a)はTCPを使用した例、(b)はUDPを使用した例である。図13で、EバスはB1とB2が引かれている。通信の送信側と受信側でネットワークアダプタNAからTCPあるいはUDPまでを冗長化する。冗長化された経路のどちらを使うかはユーザアプリケーションプログラムAPが選択する。IPアドレスとMACアドレスが1:1の関係にあるので、IPおよびその上のTCPあるいはUDPも冗長化せざるを得なくなっている。冗長化の制御はユーザアプリケーションプログラムAPで行う。

【0008】しかし、この従来例では次の問題点があった。

①冗長化の制御はユーザアプリケーションプログラムで行わなければならない、負荷になる。

②TCPを二重化すると、コネクション管理などの資源(メモリ)を2倍必要とする。

③TCPはストリーム型の通信で、データの単なる流れとして通信されるので、TCPのコネクションを二重化すると切り替えとデータの切れ目の相関がつけにくい。

④TCPのコネクション維持のための通信が必要で、二重化するとネットワークの負荷を増やしてしまう。

⑤UDPを二重化すると上の問題はなくなるが、データの順番がわからなくなる。

⑥UDPの二重化ではデータが失われても回復できない。

⑦上の問題解決のためにはユーザアプリケーションプログラムで回復処理が必要になり、負荷が大きい。

⑧一般のTCP/IPアプリケーションはこのような冗長化を仮定しておらず、特殊なアプリケーション以外は冗長化の効果を受けない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、冗長化部分の切り替えが行われてもIPに対してはIPが認識しているMACアドレスが受け渡される構成にすることにより、TCP/IPプロトコルで通信を行う通信局をEバス上に接続したときに冗長化構成をとってもユーザアプリケーションプログラムが冗長化を意識する必要がない通信制御システムを実現することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は次のとおりの構成になった通信制御システムである。

【0011】(1) ネットワーク上にネットワークアダプタを介して通信局を接続し、この通信局には通信制御手段が設けられ、この通信制御手段はTCP/IPのプロトコルに従って通信を行い、前記ネットワークアダプタには固有のMACアドレスが付けられ、前記通信制御手段は1つの相手の通信局について1つのMACアドレスだけを認識している通信制御システムにおいて、通信制御手段は1つの通信局に1個だけ搭載され、ネットワークアダプタは1つの通信局に冗長化して設けられているとともに、ネットワークアダプタと通信制御手段の間に介在し、通信制御手段から送信要求があったときは、送信要求の中にある送信先のMACアドレスを通信相手となるネットワークアダプタのMACアドレスに変換するとともに、受信をしたときは、受信フレームに付いてきた送信元のMACアドレスを自局の通信制御手段が認識しているMACアドレスに変換する冗長化制御手段を具備したことを特徴とする通信制御システム。

【0012】(2) 前記冗長化制御手段はアドレス変換表を有し、ネットワークアダプタの通信相手となるネットワークアダプタがこのアドレス変換表で定義されていることを特徴とする(1)記載の通信制御システム。

【0013】(3) 前記アドレス変換表にはネットワークアダプタのMACアドレスと、このネットワークアダプタの通信相手となるネットワークアダプタのMACアドレスとが対にして書かれていることを特徴とする(1)記載の通信制御システム。

【0014】(4) 前記冗長化制御手段は、冗長化され

たネットワークアダプタのいずれか1つを常用側として選択して通信を行うことを特徴とする(1)記載の通信制御システム。

【0015】(5) 前記冗長化制御手段は、常用側となるネットワークアダプタを切り替えて通信を行うことを特徴とする(4)記載の通信制御システム。

【0016】(6) 常用側のネットワークアダプタからネットワークを診断するための診断フレームを所定の周期で送信させる診断手段を具備したことを特徴とする(4)記載の通信制御システム。

【0017】(7) 前記診断手段は、所定の周期で診断フレームとしてICMPのエコーを送信し、この所定の周期よりも長い時間が経過しても応答が返ってこないときは異常が発生したと判断することを特徴とする(6)記載の通信制御システム。

【0018】(8) 前記診断手段はネットワーク上の全ての通信局に診断フレームを送信することを特徴とする(6)記載の通信制御システム。

【0019】(9) 前記診断手段は通信経路を確保するために必要な通信局だけに診断フレームを送信することを特徴とする(6)記載の通信制御システム。

【0020】(10) 送信局の冗長化制御手段は全てのネットワークアダプタに対して送信を行い、受信局の冗長化制御手段は冗長化されたネットワークアダプタで受信した複数の通信フレームのうち自局の通信制御手段が認識しているMACアドレスが付いた通信フレームだけを選んで通信制御手段に渡すことを特徴とする(2)または(3)記載の通信制御システム。

【0021】(11) 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタで受信した通信フレームを自局の通信制御手段へ渡し、他のネットワークアダプタで受信した通信フレームは診断フレームとして用いることを特徴とする(10)記載の通信制御システム。

【0022】(12) 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタを切り替えることを特徴とする(10)記載の通信制御システム。

【0023】(13) 受信局の冗長化制御手段は、常用側のネットワークアダプタに受信がないのに他のネットワークアダプタに受信があったときは、受信があったネットワークアダプタを新たな常用側のネットワークアダプタとし、それまでに常用側であったネットワークアダプタは待機側とすることを特徴とする(11)または(12)記載の通信制御システム。

【0024】(14) 受信局の冗長化制御手段は、最初に通信フレームを受信したネットワークアダプタからの通信フレームを通信制御手段へ渡し、他のネットワークアダプタから受信した通信フレームは診断フレームとして用いることを特徴とする(10)記載の通信制御システム。

【0025】(15) 通信制御手段は仮想MACアドレ

スを定義し、冗長化制御手段は実際のMACアドレスと前記仮想MACアドレスの変換を行うことを特徴とする(1)記載の通信制御システム。

【0026】(16)前記仮想MACアドレスとして、システムが立ち上がったときの相手通信局の実際のMACアドレスを用いることを特徴とする(15)記載の通信制御システム。

【0027】(17)冗長化制御手段は受信の成功に従ってアドレス変換表を更新することを特徴とする(2)から(16)のいずれかに記載された通信制御システム。

【0028】(18)ネットワーク上に通信局を接続し、この通信局には通信制御手段が設けられ、この通信制御手段はTCP/IPのプロトコルに従って通信を行い1つの相手の通信局について1つのMACアドレスだけを認識している通信制御システムにおいて、前記通信制御手段は1つの通信局に1個だけ搭載され、1つの通信局に冗長化して設けられたポートと、このポートと通信制御手段の間に介在し、MACアドレスを持っていて、ポートに入出力される通信フレームを送受信するネットワークコントローラと、常用側のポートを切り替えたときに、通信制御手段が認識しているMACアドレスが付いたネットワークコントローラを新たな常用側のポートに接続するポート制御手段と、を具備したことを特徴とする通信制御システム。

【0029】(19)前記ポート制御手段は、常用側のポートに通常の通信を行わせるとともに、他のポートに対してはネットワークの診断だけを行うことを特徴とする(18)記載の通信制御システム。

【0030】(20)ネットワークを診断するための診断フレームを所定の周期でポートから送信する診断手段を具備したことを特徴とする(18)記載の通信制御システム。

【0031】(21)前記診断手段は、所定の周期で診断フレームとしてICMPのエコーを送信し、この所定の周期よりも長い時間が経過しても応答が返ってこないときは異常が発生したと判断することを特徴とする(18)記載の通信制御システム。

【0032】(22)前記診断手段は、常用側のポートと他のポートとで診断フレームを送信する周期を異ならせたことを特徴とする(18)記載の通信制御システム。

【0033】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明を詳しく説明する。図1は本発明の一実施例を示す概念的構成図である。図1で、前出の図と同一のものは同一符号を付ける。

【0034】図1で、通信局STNはEバスB1、B2上に接続されている。図1では通信局STNは2つのネットワークアダプタNA1、NA2と単一のTCP/IP

Pを持ち、その間に冗長化ソフトウェアSがある。冗長化ソフトウェアSは内部にMACアドレス変換表Tを持つ。TCP/IPの上には、TCP/IPの機能を使用する通常のユーザーアプリケーションプログラムAPが存在する。

【0035】図2は図1の具体的構成例を示した図である。ネットワークアダプタNA1、NA2は、1つの通信局に冗長化して設けられ、それぞれに固有のMACアドレスが割り付けられている。通信制御手段1は、1つの通信局に1個ずつ搭載され、TCP/IPの通信規約に従って通信を行う。変換表メモリ2にはアドレス変換表が格納されている。冗長化制御手段3は、ネットワークアダプタNA1、NA2と通信制御手段1の間に介在し、通信制御手段1から送信要求があったときは、送信要求の中にある送信先のMACアドレスを通信相手となるネットワークアダプタのMACアドレスに変換するとともに、受信をしたときは、受信フレームに付いてきた送信元のMACアドレスを自局の通信制御手段1が認識しているMACアドレスに変換する。冗長化制御手段3が冗長化ソフトウェアSを実行する。AP実行手段4は、TCP/IPの機能を用いてユーザーアプリケーションプログラムAPを実行する。診断手段5は、通信が正常に行われているかどうかを診断する。

【0036】この実施例の動作を説明する。図3は冗長化した通信局を3局設けたネットワークを示す。局A、B、Cはそれぞれ2個ずつネットワークアダプタNA1、NA2を持ち、それぞれのMACアドレスをMA1、MA2、MB1、MB2、MC1、MC2とする。3局はそれぞれ冗長化されたEバスB1、B2で接続されているが、バスの接続には依存しない。単一のバスに接続されても動作する。

【0037】3局の冗長化ソフトウェアには、図4に示すMACアドレス変換表が定義されている。この変換表により各ネットワークアダプタは通信相手が決まっている。IPのプロトコルで通信を行う通信制御手段1は、「1」を付けた側の相手局のMACアドレス(この例ではMA1、MB1、MC1)を認識している。これは、相手局のMACアドレスを知るため、IPアドレスを知るためのEthernetフレームをブロードキャストし、そのIPアドレスを持った局が応答してくること(ARP: Address Resolution Protocol)を利用して、受信時にIPに1側のMACアドレスを渡すことで実現できる。

【0038】局Aで局Bに送信要求がある場合、局AのIPは冗長化ソフトウェアに送信したいIPパケットと相手のMACアドレス(MB1)を渡す。通信は次の手順で行われる。

(1)局Aの冗長化ソフトウェアが1側に送信する場合は、MB1に送信する。

(2)局Aの冗長化ソフトウェアが2側に送信する場合は、アドレス変換表に従いMB2に送信する。

(3) 局BでMB1側からフレームを受信した場合、そのフレームには送信元ネットワークアダプタが自局のMACアドレス(MA1)をつけてくる。局Bでは変換表からMA1をそのまま使う。

(4) 局BでMB2側からフレームを受信した場合、そのフレームには送信元ネットワークアダプタが自局のMACアドレス(MA2)をつけて来ている。局Bでは変換表からMA1を送信元のMACアドレスとして使う。

以上の動作により、局Aからの送信データは局Bに到達する。通信に用いるネットワークアダプタが切り替えられても、送信側と受信側のIPでは、常に1側のMACアドレスが扱われる。

【0039】送信側でどちらのネットワークアダプタを選ぶか、受信側でどちらのネットワークアダプタをIPに送るかは以下の冗長化アルゴリズムによる。第1の冗長化アルゴリズムでは、送信側は必ず1つの常用ネットワークアダプタに送信する。2局間で通信をするとき、それぞれの方向で常用側が異なってもいい。同じ通信フレームが重複して受信されることはないので、受信側の冗長化ソフトウェアはMACアドレスの変換だけを行い、すべての受信フレームをIPに送る。

【0040】冗長化ソフトウェアは送信するネットワークアダプタを交互に使用してもよい。経路に異常が発見されたときは、そちらを使用しない。これで故障直後の1回を除き、フレームは伝播される。

【0041】送信側は常用側を固定して使用してもよい。常用側の経路に異常が発見されたときのみ待機側に切り替える。

【0042】常用側と待機側にするネットワークアダプタを切り替えて使用してもよい。切替は毎回ではなく、適当な周期あるいは送信回数毎に切り替えてもよい。

【0043】経路の故障を積極的に調べるため、適当な間隔で相手との間でEthernetフレームの交換を行い、経路の診断に利用してもよい。診断は常用側、待機側の両方で行ってもよい。

【0044】診断は、Internetの標準プロトコルに含まれるICMPのechoを利用してもよい。これは、相手局IPに対しecho requestを送信すると、相手がecho responseを返してくる。この応答が返ったことを利用して、診断とするものである。

【0045】診断をEthernet上のすべてのMACアドレスに対して行ってもよい。すべてのケースが尽くされるので、常に正常な伝送が保証される。

【0046】経路確保に必要な通信局だけに診断フレームを送ってもよい。例えば、ネットワーク上に独自のIPアドレスを持ったルータやスイッチが存在すると、そこまでの経路を確保するため、ルータやスイッチにだけ診断フレームを送信する。このようにすると、診断フレームがいたずらにネットワーク上に送られることがなく、ネットワークの混雑を緩和できる。

【0047】第2の冗長化アルゴリズムでは、送信するときには両方のネットワークアダプタに対し、送信先のMACアドレスを変更した後で、送信を要求する。受信局では同じフレームが重複して受信されるので、受信局で冗長なフレームを除去してもよい。

【0048】受信側は常用側を固定して使用し、当該ネットワークアダプタからのフレームだけをIPに渡し、他からの受信は診断の目的だけに使用してもよい。常用側の経路に異常が発見されたときのみ待機側に切り替える。

【0049】受信するネットワークアダプタを交互あるいは適当な周期で切り替える。他からの受信は診断の目的だけに使用する。受信側の経路に異常が発見されたときは待機側に切り替える。

【0050】常用としている受信アダプタに受信がないのに、他のアダプタに受信があった場合には常用アダプタの経路に異常があったとして、切替を行ってもよい。

【0051】最初にフレームが受信されたアダプタからのフレームだけをIPに渡してもよい。他からの受信は診断の目的だけに使用する。

【0052】上述したMACアドレスの他に仮想MACアドレスを定義してもよい。仮想MACアドレスの使用は、前述した冗長化アルゴリズムとは独立の機能で、これらとも共存できる。MACアドレス変換表には、仮想MACアドレスが載っている。仮想MACアドレスとは、IPが使用する通信相手のMACアドレスのことで、実際の相手のMACアドレスと相関がある必要も、相手がその仮想MACアドレスを知っている必要もない。

【0053】図5は仮想MACアドレスを載せたMACアドレス変換表の一例を示した図である。IPは仮想MACアドレスだけを知らされる。IPに仮想MACアドレスを知らせるのは前述したARPを利用して行う。局Aで局Bへの送信要求が発生した場合、局Aの冗長化ソフトウェアはMAC-Bへ送るIPパケットを与えられる。この時1側に送る場合はMACアドレスをMB1に、2側に送る場合はMACアドレスMB2に変更して送信する。局B側では送信元MACアドレスがMA1の場合もMA2の場合もMACアドレスをMAC-Aに変更してIPに伝える。

【0054】こうしておくことで、IPの使用するMACアドレスはハードウェアに依存せず、故障からの復帰が容易になる。例として局Aの1側のネットワークアダプタが故障して交換する場合を考える。経路1側は故障しているが、通信は継続している。ここで1側のネットワークアダプタを交換すると、新しいアダプタは以前とは異なるMACアドレス、例えばMA3を持つ。図4のアドレス変換表では局BのMACアドレス変換表のMA1をMA3に変更すると、IPの使っていたMACアドレスMA1がMACアドレス変換表に存在しなくなってしまい、コ

ネクションが切れるなどの問題が発生する。仮想MACアドレスを使用すると、相手の具体的なMACアドレスを書き換えるだけなので、IPの動作に影響を与えずに交換できる。

【0055】仮想MACアドレスの選択として、最初で使用されていたMACアドレスを使用してもよい。例えば、上表で局BのMACアドレス変換表では、MAC-A=MA1, MAC-C=MC1と初期化する。このことで、MACアドレスの決定に伴う手間を省略できる。故障によって実際のMACアドレスが変わった後は、仮想MACアドレスだけが元の情報を持っている。

【0056】各ネットワークアダプタからの受信したMACアドレスを用いてMACアドレス変換表を更新してもよい。システム立ち上げ時には必ずARPのアドレス決定が入るので、MACアドレス変換表を自動的に生成することができる。また、一部のネットワークアダプタを交換した場合、そのアダプタからのフレームを受信することで、新しいアダプタを冗長化の仕組みに組み入れていくことができる。

【0057】図6は本発明の他の実施例の概念的構成図である。図6では、2つのポートPA1, PA2と単一のTCP/IPを持ち、その間にポート管理手段PTがある。ポート管理手段PTは通常のオペレーティングシステム上ではデバイスドライバの一部として実装することができる。TCP/IPの上には、TCP/IPの機能を使用する通常のユーザーアプリケーションプログラムAPが存在する。

【0058】図7は図6の具体的構成例を示した図である。ポートPA1, PA2は、通信フレームを入出力するだけでMACアドレスをもたない。ポートPA1, PA2の上位に接続されたネットワークコントローラNC1, NC2がMACアドレスを持っている。ポート制御手段6は、常用側のポートを切り替えたときに、通信制御手段1が認識しているMACアドレスが付いたネットワークコントローラを新たな常用側のポートに接続する。

【0059】この実施例の動作を説明する。図8は冗長化通信局を3台接続したネットワークを示す。局A, B, Cはそれぞれ2個ずつポートを持ち、それぞれのポートに接続されたネットワークコントローラのMACアドレスをMA1, MA2, MB1, MB2, MC1, MC2とし、常用側のMACアドレスを1（この例ではMA1, MB1, MC1,）とする。図では3局は単一のネットワークに接続されているが、これに限らない。任意のポート間に経路が設定できるなら、ブリッジBで接続された別個のネットワークであってもよい。

【0060】例として局Aと局Bが通信を行う場合を考える。両者の常用側ポートはPA1、常用側のポートと接続されたネットワークコントローラのMACアドレスはそれぞれMA1とMB1である。TCPコネクションは4つのパラ

メータ、すなわち局AのIPアドレス、MA1、局BのIPアドレス、MB1で指定される。いま、局Aの常用側ポートに異常が検出された場合を考える。局Aは常用側の異常を検出したので、ポート管理手段PTはポートPA2にMACアドレスがMA1のネットワークコントローラを接続し、通信を継続させる。これによって、局Bから見ると、相手のIPアドレスもMACアドレスも変化しないので、通信は継続される。局AのポートPA1に接続されたネットワークコントローラのMACアドレスはこの例ではMA2となり、このMACアドレスを使った診断を継続することで回復を待つ。

【0061】常用側のポートで通信する特定の2局A, B間の経路に存在する要素は、

- ①局Aの送信回路
- ②2局A B間の常用側ポート間のネットワーク要素(ケーブルなど)
- ③局Bの受信回路
- ④局Bの送信回路
- ⑤局Aの受信回路

である。本実施例では、局Aでのポート切り替えの要因は①, ⑤, ②であり、他の要因は局B側での切り替えが起こることで回復される。Eバスでは特定局間での通信は必要な時にしか起こらないので、これだけで常時監視することはできない。診断のため、局AからICMPのechoを他局に送信する。レスポンスが返ってくれば、局Aの送受信回路と相手局との間のネットワークが正常であることが分かる。

【0062】異常検出のアルゴリズムには複数があり得る。

(1) 診断周期より長い一定時間以上受信が行われない場合①あるいは⑤に異常があるとする。

(2) 診断用のechoレスポンスが帰ってこない局では②～④に異常がある場合がある。一定時間以上待つて回復しない場合は②の可能性があるので、自局側で切り替える。待機側でも同様の診断が必要だが、その周期は常用側より長くてよい。

【0063】診断は経路確保に必要な機器だけに診断フレームを送るだけでよい。例えば、ネットワーク上に独自のIPアドレスを持ったルータやスイッチが存在すると、そこまでの経路を確保するため、ルータやスイッチにだけ診断フレームを送信する。もちろん、すべての相手局に対して診断を行ってもよい。

【0064】ネットワーク上に送り先のMACアドレスに応じて動作するブリッジやスイッチがある場合、ポートを切り替えた場合にはその送信先も変えてやらなければならない。ポートの切り替え直後に他局にechoを送信し、これらのブリッジやスイッチの送信先を強制的に切り替えるといふ。

【0065】図9及び図10はポート管理手段PTの構成例を示した図である。図9では、ネットワークコント

ローラNC1, NC2毎にMACアドレスを指定しておき、どのポートを使用するかをスイッチSW1, SW2で切り替える。スイッチSW1, SW2の切り替えはポート制御手段6で行う。この構成例では切り替えに要する時間が短くて済む。ネットワークコントローラNC1, NC2は通信制御手段1とEバスB1, B2との間で通信フレームを受け渡すためのものである。

【0066】図10では、ネットワークコントローラNC1, NC2とポートPA1, PA2を1対1で組み合わせ、MACアドレスの変更は、ポート制御手段6が各コントローラNC1, NC2にアドレスを設定することで行う。この構成例では切り替え時間は長くなるが、常用側コントローラが故障しても対応できる。なお、図9と図10の両者を同時に実現してもよい。

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば次の効果が得られる。

- 【0067】請求項1乃至請求項5、請求項10及び請求項15乃至18の発明によれば次の効果が得られる。
- ①特殊なハードウェアを使用しない。パソコンなどでは市販のネットワークアダプタがそのまま使用できる
  - ②冗長化していない局も、このシステムに同居できる（常用側になる）ので、全体的なコストを押さえられる。
  - ③IPより上に特殊な機能を要求しないので、ユーザアプリケーションプログラムの負荷にならない。
  - ④ユーザアプリケーションプログラムは冗長化を意識しないので、従来からある他のアプリケーションもそのまままで冗長化の利点を享受できる。
  - ⑤TCPコネクションは冗長でないので、メモリを多く必要としない。MACアドレス管理テーブルは相手局あたり例えば数十バイトで足りる。
  - ⑥経路の切替があっても、TCPのコネクションは維持される。故障の影響がユーザアプリケーションプログラムにおよばない。
  - ⑦ネットワークの通信負荷は増えない。冗長化アルゴリズムでは、ケーブルが独立している場合が多い。
  - ⑧従来型の冗長化ネットワークとも共存できる。

【0068】請求項6乃至請求項9及び請求項11乃至

請求項14の発明によれば次の効果が得られる。

- ①ネットワーク上の要素の診断がオンラインで行え、ほとんどの場合故障によりデータが失われることもない。
- ②故障からの復帰が自動化できる。

【0069】請求項19乃至請求項22に記載された発明によれば、請求項1乃至請求項18に記載された発明により得られる効果に加えて次の効果が得られる。

- ①故障したポート（あるいは経路）からの切り替えがスムーズに行える。

【0070】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す概念的構成図である。

【図2】図1の具体的構成例を示した図である。

【図3】本発明の動作説明図である。

【図4】本発明の動作説明図である。

【図5】本発明の動作説明図である。

【図6】本発明の他の実施例の概念的構成図である。

【図7】本発明の動作説明図である。

【図8】本発明の動作説明図である。

【図9】ポート管理手段の構成例を示した図である。

【図10】ポート管理手段の構成例を示した図である。

【図11】TCP/IPのプロトコルに従って通信を行う通信局をEバスをEバス上に搭載した場合の概念的構成図である。

【図12】通信フレームの構造を示した図である。

【図13】冗長化構成をとった通信制御システムの従来例の構成図である。

【符号の説明】

STN ステーション

B1, B2 バス

NA1, NA2 ネットワークアダプタ

PA1, PA2 ポート

NC1, NC2 ネットワークコントローラ

1 通信制御手段

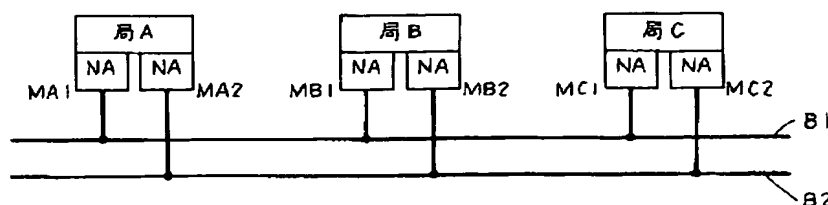
2 変換表メモリ

3 冗長化制御手段

5 診断手段

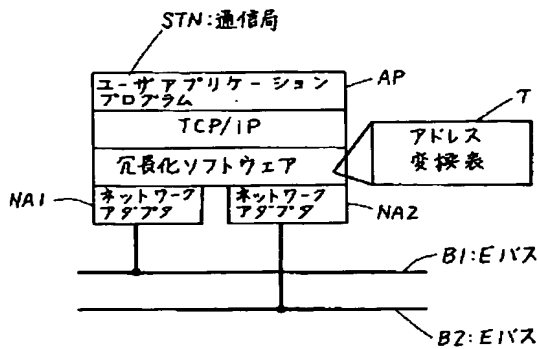
6 ポート制御手段

【図3】

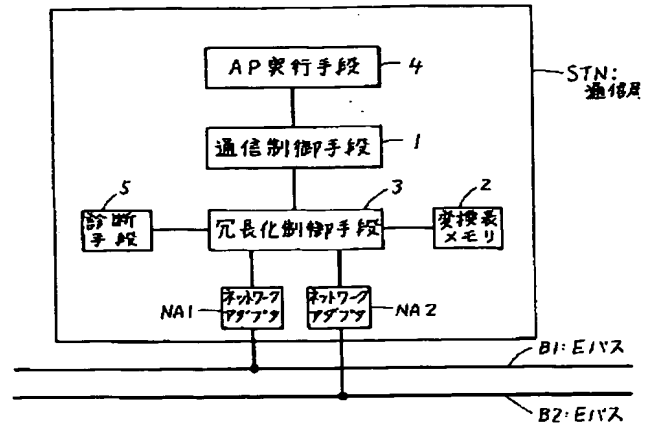




【図1】



【図2】



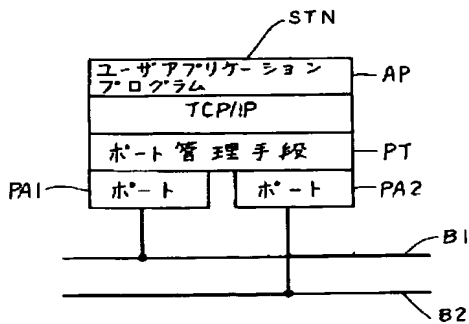
【図4】

(a) 局AのMACアドレス変換表		(b) 局BのMACアドレス変換表		(c) 局CのMACアドレス変換表	
MA1の通信相手	MA2の通信相手	MB1の通信相手	MB2の通信相手	MC1の通信相手	MC2の通信相手
MB1	MB2	MA1	MA2	MA1	MA2
MC1	MC2	MC1	MC2	MB1	MB2

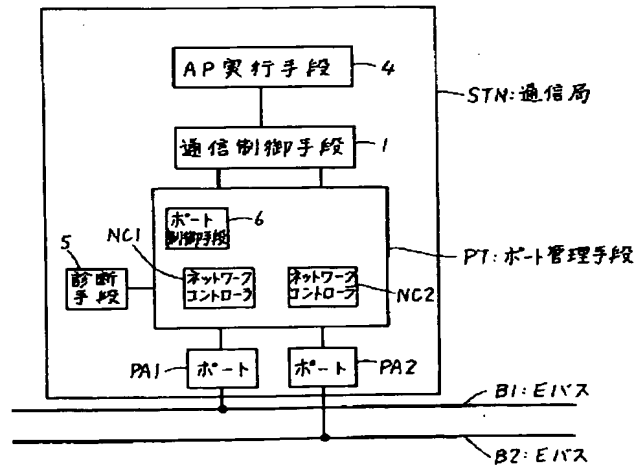
【図5】

(a) 局AのMACアドレス変換表			(b) 局BのMACアドレス変換表		
仮想MACアドレス	MA1の通信相手	MA2の通信相手	仮想MACアドレス	MB1の通信相手	MB2の通信相手
MAC-B	MB1	MB2	MAC-A	MA1	MA2
MAC-C	MC1	MC2	MAC-C	MC1	MC2

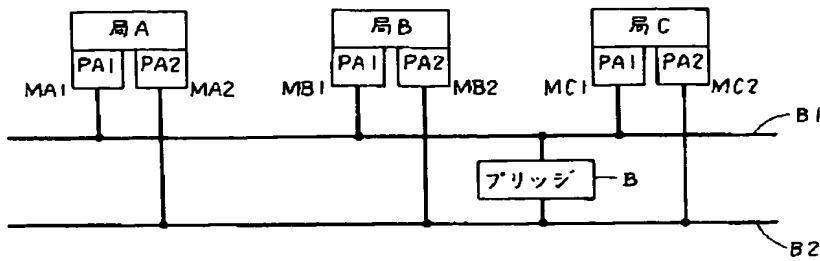
【図6】



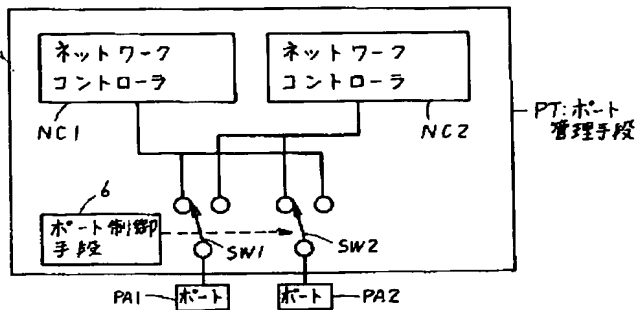
【図7】



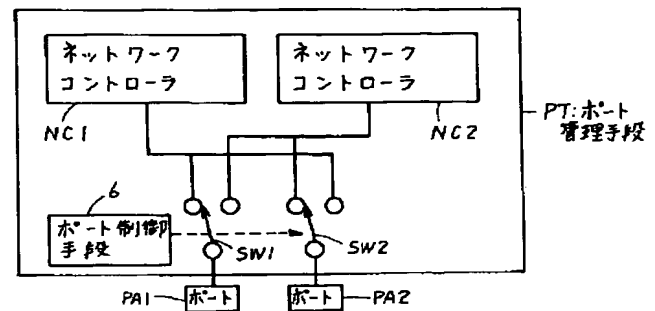
【図8】



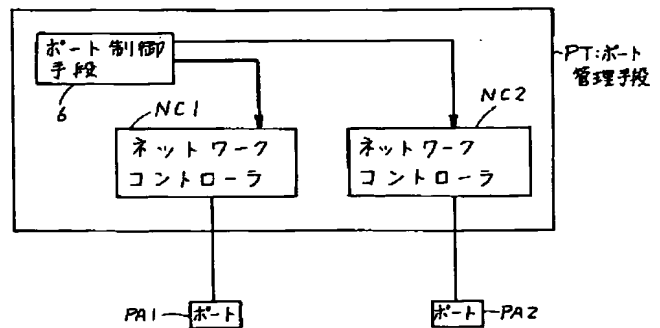
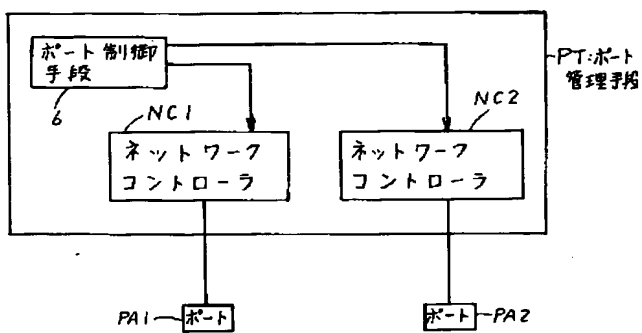
【図9】



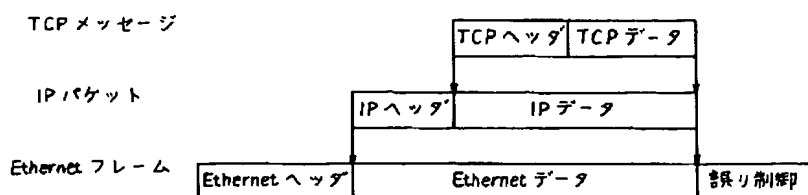
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

